

Simposium I Jaringan Perguruan Tinggi untuk Pembangunan Infrastruktur Indonesia, 2016

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya

Haristia Damayanti ^a, Ipung Fitri Purwati ^b

^aJurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

^b Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

Abstract

Kecamatan Rungkut merupakan kecamatan dengan angka kepadatan penduduk yang tinggi, oleh karenanya Kecamatan Rungkut dituntut untuk memiliki sarana dan prasarana sanitasi yang baik. Berdasar pada kondisi eksisting yang ada di lapangan, didapati masih adanya masyarakat yang membuang limbah domestik *blackwater* dan *greywater* langsung pada saluran drainase. Sementara itu, saluran drainase seharusnya terbebas dari air limbah, selain dapat mencemari karena beban organiknya yang tinggi, tambahan debit dari air limbah tersebut dapat menyebabkan beban tampungan dari saluran drainase menjadi terlalu berlebihan. Tujuan perencanaan ini adalah untuk merencanakan bangunan pengolahan air limbah domestik di Kecamatan Rungkut dan menghitung biaya yang dibutuhkan.

Teknologi yang digunakan dalam perencanaan ini adalah *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*. Data kualitas air limbah diperoleh dengan melakukan pengujian di laboratorium terhadap air limbah berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Berdasarkan data kualitas air limbah domestik yang didapatkan, dilakukan perencanaan dan perhitungan untuk desain ABR serta perhitungan biaya yang diperlukan.

ABR yang direncanakan dirancang untuk dapat melayani 100KK dengan total panjang x lebar x tinggi sebesar 15,5m x 2,3m x 2,6 m. Biaya yang diperlukan untuk pembangunan ABR adalah sebesar Rp 159.853.000,-

Keywords: Anaerobic Baffled Reactor, Air Limbah Domestik, Kecamatan Rungkut

1. Pendahuluan

Kecamatan Rungkut merupakan salah satu Kecamatan di Kota Surabaya yang dekat dengan kawasan perindustrian terbesar di Surabaya. Wilayah Kecamatan Rungkut merupakan wilayah dengan kepadatan yang cukup tinggi, sehingga dibutuhkan kondisi lingkungan yang baik pula, utamanya terkait dengan sarana dan prasarana sanitasi.

Namun, kondisi sanitasi di Kecamatan Rungkut pada kenyataannya masih belum dapat dikata baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan kondisi eksisting saluran drainase yang kotor dan hampir meluap pada wilayah Kelurahan Kedung Baruk, Kalirungkut dan Penjaringan Sari. Hal ini disebabkan masih banyaknya warga yang menyalurkan air buangan bekas cuci, dapur, dan kamar mandi (*greywater*) langsung menuju saluran drainase tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Didapati pula rumah tangga maupun fasilitas umum seperti MCK (mandi, cuci, kakus) umum yang masih melakukan buang air besar sembarangan (BABS) dengan jamban tanpa tangki septik sehingga langsung mengarahkan pipa pembuangan dari jambannya (*blackwater*) pada saluran drainase. Apabila hal tersebut tetap dibiarkan, maka dapat menyebabkan pengendapan dan peluapan pada saluran drainase. Pada prinsipnya, saluran drainase dirancang secara terpisah antara air hujan dengan air limbah dan masyarakat diharapkan untuk ikut serta dalam upaya pencegahan masuknya sampah dan air limbah pada saluran drainase [1].

Berdasarkan pada kondisi eksisting yang ada, maka dilakukan perencanaan instalasi pengolahan limbah domestik *greywater* dan *blackwater* dengan menggunakan unit *anaerobic baffled reactor (ABR)* yang dipilih karena keunggulannya dalam kemudahan pengoperasian karena tidak membutuhkan tenaga operasional khusus, stabil dan tahan terhadap *hydraulic* dan *organic shock loading* [2], mudah dalam pemeliharaan karena hanya butuh dilakukan pengurusan setiap 2-3 tahun sekali. Biaya yang dibutuhkan untuk pengoperasian dan pemeliharaan relatif murah karena tidak membutuhkan tenaga dan pemeliharaan khusus [3].

2. Metode Perencanaan

2.1. Ide Perencanaan

Ide perencanaan didapatkan setelah membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi ideal dari wilayah perencanaan yaitu wilayah Kecamatan Rungkut. Tujuan perencanaan yaitu merencanakan unit pengolahan air limbah *blackwater* dan *greywater* yang berupa ABR untuk pemukiman yang masih melakukan BABS di Kecamatan Rungkut.

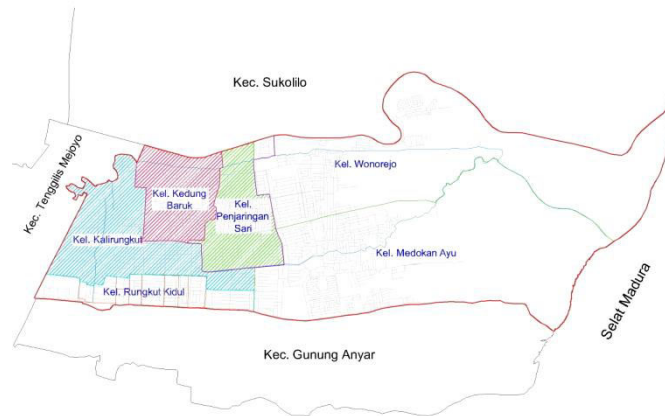
* Corresponding author.

E-mail address: haristiaristi@gmail.com

2.2. Ruang Lingkup

Ruang lingkup perencanaan ini adalah:

1. Pemukiman padat penduduk yang masih melakukan BABS dengan fasilitas buang air besar tanpa ketersediaan tangki septik pada RT 3 RW 4 Kelurahan Kedung Baruk, RT 5 RW 3 Kelurahan Kalirungkut, dan RT 3 RW 3 Kelurahan Penjaringan Sari, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. (Gambar 1.)
2. Aspek perencanaan meliputi aspek teknis dan biaya.
3. Perencanaan berupa desain bangunan pengolahan air limbah domestik tipikal untuk 100KK.



Gambar 1. Wilayah Perencanaan Kecamatan Rungkut

2.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data primer dan data sekunder. Data Primer meliputi data kualitas air limbah domestik dan data konsumsi air bersih warga wilayah perencanaan. Data kualitas air limbah didapatkan melalui hasil pengujian sample air limbah domestik wilayah perencanaan di laboratorium sedangkan data konsumsi air bersih oleh warga melalui teknik wawancara pada sampel warga. Penentuan jumlah responden dilakukan dengan menggunakan metode *slovin* dengan rumus yaitu [4]:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Dimana :

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

E = taraf kesalahan (error) sebesar 0,1 (10%)

Data sekunder yang digunakan antara lain meliputi peta wilayah perencanaan, profil sanitasi wilayah perencanaan, data jumlah penduduk dan kepadatan.

3. Hasil Perencanaan

3.1. Hasil Survei

A. Debit Air Limbah

Penentuan jumlah responden menggunakan metode *slovin* untuk total 300KK didapatkan jumlah responden yaitu 75, dengan asumsi bahwa 1KK mewakili 1 rumah dan 1 rumah diwakilkan oleh 1 orang maka jumlah responden adalah 75 orang. Pembagian sama rata untuk 3 wilayah perencanaan didapatkan jumlah responden untuk tiap wilayahnya adalah sejumlah 25 orang.

Hasil wawancara tentang debit konsumsi air bersih menunjukkan bahwa air PDAM digunakan sebagai air bersih adalah 177,89 liter/jiwa/hari. Masyarakat di wilayah perencanaan menggunakan air bersih untuk keperluan mandi, cuci, kakus dan memasak, sedangkan untuk air minum menggunakan air kemasan. Sehingga diasumsikan bahwa air limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut adalah sejumlah 80% dari konsumsi air bersih yaitu 142,31 liter/jiwa/hari.

Pada perencanaan ini tidak dilakukan proyeksi terhadap jumlah penduduk sebab wilayah perencanaan merupakan wilayah perkampungan padat penduduk yang sudah sangat jenuh.

Dalam perencanaan ini direncanakan unit instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk 100KK dengan 1 KK terdiri dari 5 orang maka jumlah penduduk yang akan dilayani oleh tiap unit IPAL adalah 500 orang. Sehingga debit air limbah adalah 71156 L/hari atau 71,15 m³/hari, atau 2,96 m³/jam.

B. Kualitas Air Limbah

Berdasarkan hasil analisa laboratorium terhadap sampel air limbah domestik yang diambil 1 minggu sekali selama 3 minggu pada 3 lokasi didapatkan data rata-rata kualitas air limbah domestik *blackwater* dan *greywater* Kecamatan Rungkut yaitu:

- BOD = 575,4 mg/l
- COD = 983,2 mg/l
- TSS = 502,2 mg/l
- pH = 7,4

C. Kualitas Air Limbah

Dalam perencanaan IPAL ini menggunakan rumus perhitungan yang mengacu pada literatur [5]. Unit ABR dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian tangki pengendap, dan bagian kompartemen. Kriteria desain yang digunakan untuk merencanakan bagian tangki pengendap adalah:

- a. Periode Pengurasan = 2-3 Tahun
- b. Td Tangki Pengendap = 2- 4jam
- c. SS/COD = 0,35-0,45

Direncanakan:

- d. Periode Pengurasan = 2 Tahun
- e. Td Tangki Pengendap = 3 Jam
- f. SS/COD = 0,4

Sedangkan kriteria desain yang digunakan untuk merencanakan bagian kompartemen adalah:

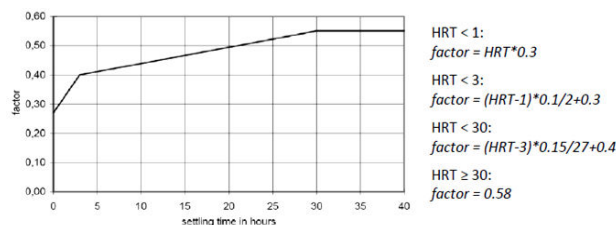
- a. *Organic Loading Rate* (OLR) = < 3Kg COD/ m³. Hari
- b. *Hydraulic Retention Time* (HRT) = > 8 jam
- c. Kecepatan aliran (Vup) = < 2 m/jam
- d. *Hydraulic Loading Rate* (HLR) = 16,8 – 38,4 m³/m².hari

Pada perencanaan ini, lebar dan kedalaman unit pengolahan ditentukan untuk menyesuaikan dengan lokasi penempatan yaitu 2 meter.

Berpedoman pada kriteria desain tersebut berikut langkah-langkah perhitungan unit dimensi dan efisiensi removal unit ABR:

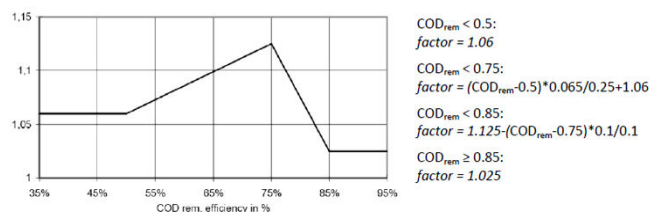
a. Perhitungan Tangki Pengendap

Perhitungan removal COD dengan menentukan faktor COD removal menggunakan grafik faktor COD removal di tangki pengendap terhadap HRT (Gambar 2). Pada perencanaan ini direncanakan HRT pada tangki pengendap adalah 3 jam sehingga faktor yang didapat adalah 0,41



Gambar 2. Faktor COD Removal di Tangki Pengendap Terhadap HRT

- Setelah didapatkan nilai faktor COD removal maka dilakukan perhitungan dengan mengalikan faktor removal COD dengan nilai SS/COD yaitu 0,4 dan dibagi dengan 0,6 sehingga diperoleh persentase removal COD yaitu 27,04%
- Perhitungan removal BOD dengan menggunakan nilai COD removal yang diplotkan pada grafik faktor removal BOD terhadap removal COD (Gambar 3). Dengan menggunakan nilai persentase removal COD yaitu 27,04% diperoleh faktor removal BOD adalah 1,06



Gambar 3. Faktor Removal BOD terhadap Removal COD

- Faktor removal BOD selanjutnya dikalikan dengan persentase removal COD dan didapatkan persentase removal BOD adalah 28,66%
- Perhitungan dimensi tangki pengendap dengan berpedoman pada kriteria desain.

Maka didapatkan dimensi dan persentase removal di Tangki Pengendap yaitu :

- Dimensi Tangki Pengendap

Lebar = 2 meter
 Panjang = 6 meter
 Kedalaman = 2 meter
 Freeboard = 0,3 meter

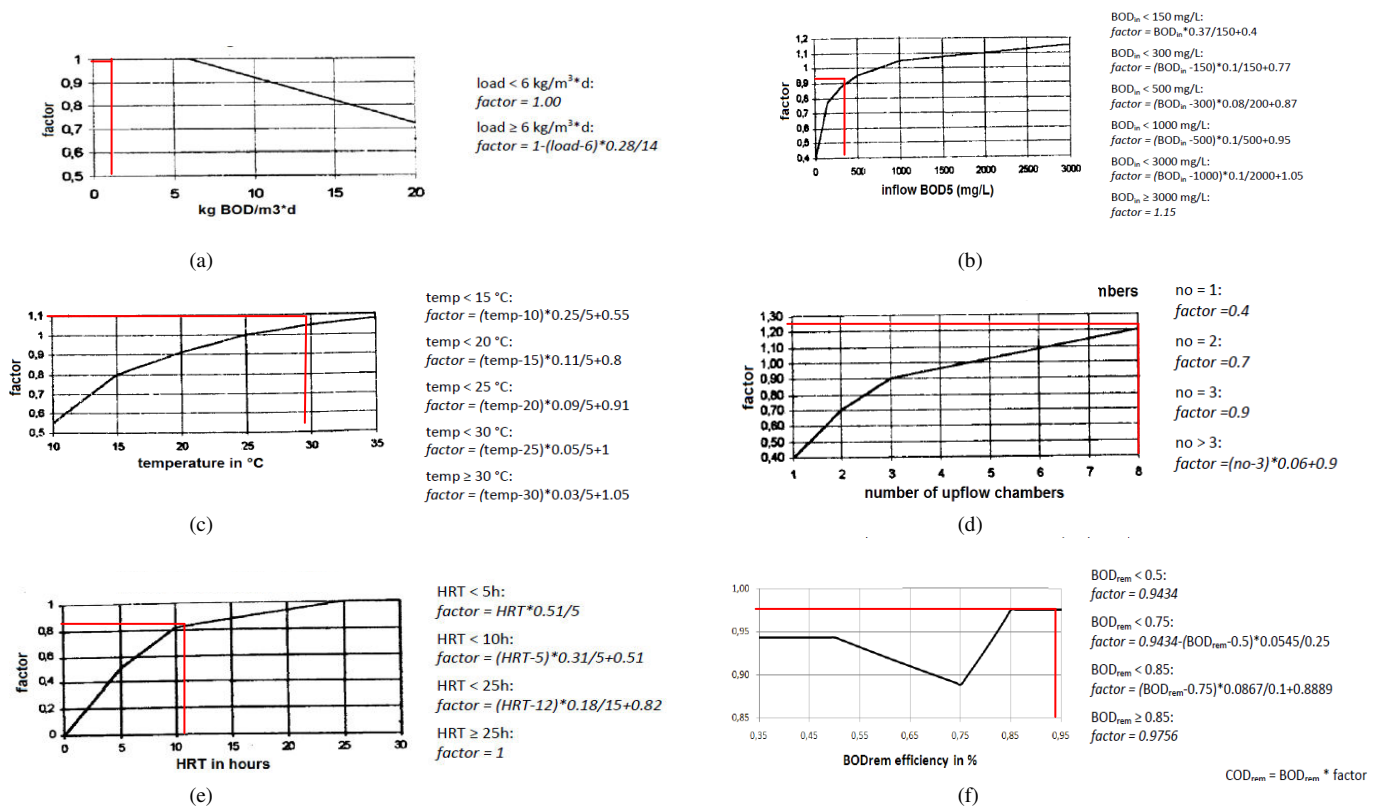
- Persentase Removal di Tangki Pengendap
 Removal BOD = 28,66%
 Removal COD = 27,04%

b. Perhitungan Kompartemen

- Perhitungan dimensi tangki pengendap dengan menentukan *A surface* melalui perhitungan debit dibagi dengan HLR yang ditentukan.
- Perhitungan jumlah kompartemen

Perhitungan BOD removal dengan menggunakan faktor OLR (Gambar 4a), faktor BOD strength (Gambar 4b), faktor Temperatur (Gambar 4c), faktor jumlah kompartemen (Gambar 4d), faktor HRT (Gambar 4e)

- Perhitungan COD removal dengan menggunakan grafik COD removal terhadap BOD removal (Gambar 4f)



Gambar 4. (a) Faktor OLR BOD, (b) Faktor BOD Strength, (c) Faktor Temperatur, (d) Faktor Jumlah Kompartemen, (e) Faktor HRT, (f) COD Removal terhadap BOD removal

Maka didapatkan dimensi dan persentase removal di Kompartemen yaitu:

- Dimensi Setiap Kompartemen

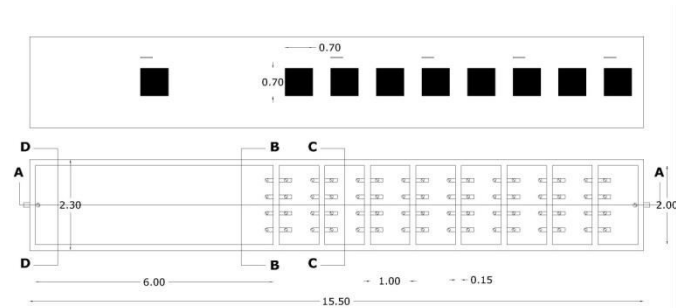
Lebar = 2 meter
 Panjang = 1 meter
 Kedalaman = 2 meter
 Freeboard = 0,3 meter
 Jumlah Kompartemen = 8 buah

- Persentase Removal di Kompartemen
 Removal BOD = 95,30%
 Removal COD = 92,98%

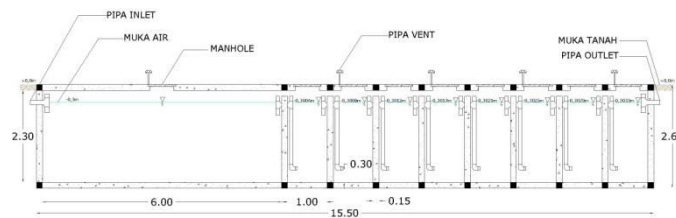
Unit ABR pada perencanaan ini direncanakan akan menggunakan konstruksi beton karena dianggap memiliki *lifetime* lebih lama. Ketebalan beton yang digunakan adalah 0,15 meter. Sehingga dimensi total unit ABR adalah:

Lebar = 2,3 meter
 Panjang = 15,5 meter
 Kedalaman = 2,6 meter

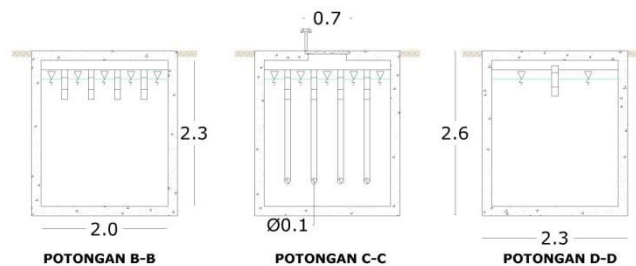
Tampak dan Denah ABR yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 5, dan Potongan A-A pada Gambar 6, serta Potongan B-B, C-C, dan D-D pada Gambar 7.



Gambar 5. Tampak dan Denah ABR



Gambar 6. Potongan A-A ABR

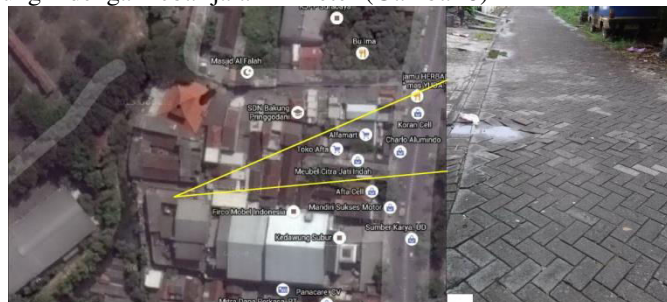


Gambar 7. Potongan B-B, C-C, D-D ABR

D. Lokasi Penempatan IPAL

Lokasi penempatan unit IPAL pada 3 kelurahan wilayah perencanaan yaitu :

- Wilayah RT 5 RW 3 Kelurahan Kalirungkut
 Diletakkan di Jalan Bakung 2 dengan lebar jalan 4 meter (Gambar 8)



Gambar 8. Lokasi Penempatan IPAL di RT 5 RW 3 Kelurahan Kalirungkut

- Wilayah RT 3 RW 4 Kelurahan Kedung Baruk
 Diletakkan di lahan fasilitas umum (fasum) di Jalan Kedung Baruk Beringin milik RW 4, dengan luas lahan 5 meter x 24 meter (Gambar 9)



Gambar 9. Lokasi Penempatan IPAL di RT 3 RW 4 Kelurahan Kedung Baruk

- c. Wilayah RT 3 RW 3 Kelurahan Penjaringan Sari
Diletakkan di Jalan Kendal Sari 1 dengan lebar jalan 3.8 meter (Gambar 10)



Gambar 10. Lokasi Penempatan IPAL di RT 3 RW 3 Kelurahan Penjaringan Sari

4. Hasil Perencanaan

Dalam melakukan perhitungan untuk rancangan anggaran biaya digunakan acuan yaitu HSPK (harga satuan pokok pekerjaan) Kota Surabaya Tahun 2015 dan dikalikan dengan volume pekerjaan sehingga didapatkan rancangan anggaran biaya untuk pembangunan unit ABR. Tahapan pembangunan ABR dilakukan dalam 3 tahapan pekerjaan yaitu tahapan pekerjaan persiapan, tahapan pekerjaan utama, serta tahapan pekerjaan *finishing* atau pekerjaan akhir. Rancangan anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Anggaran Biaya

NO	Tahapan Konstruksi	Satuan	Total Biaya
Tahap Persiapan			
1	Pembersihan Lapangan "Ringan" dan Perataan	m ²	432.878
2	Pembongkaran Paving Yang tidak dipakai Kembali	m ²	173.151
3	Pekerjaan Pembuatan Bouwplank/Titik	Titik	2.059.800
4	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	m1	3.819.420
JUMLAH			6.485.249
Pekerjaan Utama			
1	Penggalian tanah sedalam 1 meter	m ³	10.936.283
2	Pengangkutan Tanah dari Lubang Galian Dalamnya Lebih Dari 1 meter	m ³	2.229.728
3	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang (150 Kg + Bekisting)	m ³	66.289.117
4	Pekerjaan Kolom Beton Bertulang (150 Kg + Bekisting)	m ³	22.067.563
5	Pekerjaan Balok Beton Bertulang (200 Kg + Bekisting)	m ³	5.584.027
6	Pekerjaan Beton K-225 (untuk dinding sekat)	m ³	6.366.984
7	Pekerjaan Plat Lantai	m ³	16.351.581
8	Pemasangan Pipa Air Kotor Diameter 3"	m	3.778.206
9	Pekerjaan Plat Tutup Beton	m ³	16.351.581
10	Pelapisan Waterproofing	m ²	1.915.280
11	Kebutuhan Aksesoris Pipa Tee 3"	buah	66.785
12	Kebutuhan Aksesoris Pipa Tee 1 1/4"	buah	259
13	Kebutuhan Aksesoris Pipa Elbow 3"	buah	13.980
JUMLAH			151.951.372
Pekerjaan Finishing			
1	Pengurugan Tanah Dengan Pemadatan	m ³	550.940
2	Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan	m ²	865.755
JUMLAH			1.416.695
TOTAL			159.853.316
			159.853.000

Tabel 1 dapat dilihat bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan unit ABR mulai dari tahap persiapan, tahap pekerjaan, serta tahap pekerjaan *finishing* atau pekerjaan akhir adalah Rp 159.853.000,-

.Kesimpulan

1. Dalam melakukan perhitungan untuk rancangan anggaran biaya digunakan acuan yaitu HSPK (harga satuan pokok pekerjaan) Kota Surabaya Tahun Perencanaan ABR sebagai pengolah air limbah domestic di Kecamatan Rungkut untuk melayani 100 KK diperoleh dimensi panjang 15,5 m, lebar 2,3 m, dan kedalaman 2,6 m
2. Biaya yang dibutuhkan untuk membangun ABR adalah Rp 159.853.000,- yang telah meliputi 3 tahapan pekerjaan pembangunan yaitu tahapan persiapan, tahapan pekerjaan utama serta tahapan *finishing* atau tahapan akhir.

Daftar Pustaka

- [1] Kementrian Pekerjaan Umum, “Peraturan Mentri Pekerjaan Umum no.12 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan,” Jakarta, 2014.
- [2] E. Tilley, L. Ulrich, C. Lüthi, P. Reymond, and C. Zurbrügg, *Compendium of Sanitation Systems and Technologies 2nd revised edition*. Dübendorf: EAWAG.
- [3] Kementrian Pekerjaan Umum, “Materi Bidang Air Limbah, Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP,” Jakarta, 2012.
- [4] Sugiyono, *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2006.
- [5] L. Sasse, “Decentralized Wastewater Treatment In Developing Countries,” *BORDA*, 2009.